



## PENGERINGAN GABAH MENGGUNAKAN ZEOLIT 3A PADA ALAT UNGGUN TERFLUIDISASI

**Djoko Mulyono (L2C008126) dan Jefri Chandra Runanda (L2C008133)**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Pembimbing: Dr. Ir. Ratnawati, MT dan Dr. M. Djaeni, S.T,M.Eng

### Abstrak

*Indonesia sebagai negara agraris memiliki tanah yang subur dan hasil pertanian yang melimpah, salah satu hasil pertanian tersebut adalah gabah. Produksi gabah di Indonesia termasuk tiga besar penghasil gabah dunia. Penanganan gabah di Indonesia sering kali terkendala dengan masalah pengeringan. Masih banyak di Indonesia para petani menggunakan cahaya matahari sebagai media pengering, tentu hal ini tidak selalu menguntungkan karena cuaca di Indonesia tidak selalu cerah dan pengeringan menggunakan cahaya matahari ini membutuhkan waktu yang lama, sehingga dibutuhkan proses pengeringan yang lebih efisien dari segi energi dan waktu pengeringan, maka dari itu digunakan pengeringan dengan menggunakan zeolit sintetis. Pada proses pengeringan ini lebih efisien karena proses perpindahan panas dan massa terjadi secara simultan di dalam unggun terfluidisasi. Bahan yang dikeringkan dikontakkan dengan gas panas sehingga dengan panas tersebut dapat menguapkan uap air yang terdapat pada bahan dan dengan ditambahkannya zeolit sehingga udara menjadi lebih kering yang dapat mempercepat proses pengeringan sehingga lebih efisien. Pada pengeringan ini digunakan beberapa variabel diantaranya suhu 30-60°C, flow rate udara 2-5 m/s dan perbandingan gabah dan zeolit 40, 60, 80 dan 100 % gabah dan variabel yang diamati adalah 5 gr gabah setiap 5 menit. Dari hasil percobaan diperoleh temperatur yang baik untuk proses pengeringan adalah pada suhu 60°C, untuk variabel flow rate yang paling baik adalah pada kecepatan udara sebesar 5 m/s dan untuk variabel perbandingan gabah dan zeolit yang paling baik adalah pada perbandingan gabah : zeolit sebesar 40 : 60.*

**Kata Kunci :** Gabah, Pengeringan, Fluidisasi, Zeolit Sintetis, Flow Rate

### Abstract

*Indonesia as an agricultural country has fertile soil and abundant crops, one agricultural product is rice. Production of rice in Indonesia, including the three major grain-producing world. The handling of grain in Indonesia are often plagued with the problem of drying. In Indonesia are still many farmers use solar light as a medium of drying, of course this is not always beneficial because the weather in Indonesia is not always bright and the sun is drying takes a long time, so we need a more efficient drying process in terms of energy and drying time , and therefore the use of drying by using synthetic zeolites. In the drying process is more efficient because the heat and mass transfer processes occurring simultaneously in the fluidized bed. The dried material is contacted with the hot gas so that the heat can evaporate the water vapor contained in the material and the presence of zeolite making the air becomes drier to speed up the drying process making it more efficient. In the drying is used several variables such as temperature 30-60°C, air flow rate 2-5 m / s and the ratio of grain and zeolite 40, 60, 80 and 100% of the grains and the observed variable is 5 grams of rice every 5 minutes. From the experimental results obtained for both temperature drying process is at a temperature of 60 ° C, for variable flow rate is best at air velocity of 5 m / s and for the variable ratio of grain and the zeolite is best on a comparison of grain: the zeolite by 40: 60.*

**Key Words :** Unhulled Rice, Drying, Fluidization, synthetic zeolite, Flow Rate

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dimana salah satu produk yang dihasilkannya adalah gabah. Gabah menjadi komoditi yang penting di Indonesia, bahkan produksi gabah di Indonesia termasuk dalam peringkat 3 besar dunia. Kendala yang dihadapi dalam produksi gabah di Indonesia adalah masalah pengeringan dimana masih banyak petani menggunakan cahaya matahari sebagai media pengering. Hal ini tentu tidak selalu menguntungkan karena cuaca di Indonesia tidak selalu cerah sehingga pada saat cuaca hujan maka gabah tidak

bisa dikeringkan dan menyebabkan gabah menjadi tidak baik kualitasnya. Untuk menghindari hal ini dibutuhkan alat pengering buatan yaitu dengan menggunakan alat unggun terfluidisasi.

Pengeringan dengan alat unggun terfluidisasi dipilih karena mutu produk yang didapatkan relatif seragam, kontinyuitas produk terjamin, dan pemantauan kadar air dapat terkontrol. Prinsip dasar pengeringan adalah pengambilan air yang dalam jumlah relatif kecil yang terdapat di dalam suatu material yang akan dikeringkan dengan cara diuapkan dengan penambahan panas. Dalam proses pengeringan terjadi 3 tahapan proses pengeringan yaitu pemanasan pendahuluan atau penyesuaian temperatur terhadap bahan yang akan dikeringkan, pengeringan dengan kecepatan konstan (*Constant Rate Period*) dan pengeringan dengan kecepatan menurun (*Falling Rate Period*) (Demerle dan Walter, 1988; Treyball, 1983).

Dalam proses pengeringan menggunakan unggun terfluidisasi ini ada beberapa faktor yang berpengaruh diantaranya adalah temperatur, semakin tinggi temperatur semakin besar energi panas yang dibawa sehingga proses pengeringan menjadi lebih cepat namun ada beberapa bahan yang sensitif terhadap panas salah satunya adalah gabah yang sensitif terhadap suhu tinggi dan lamanya waktu operasi yang dapat menurunkan yield serta kualitas gabah yang mengakibatkan turunnya kualitas rasa dan aroma beras (Bonazzi dkk., 1997). Pengeringan pada suhu rendah dapat mempertahankan kualitas gabah karena pada suhu rendah komponen essensial gabah seperti protein dll dapat dipertahankan (Djaeni, 2008). Faktor lainnya yaitu laju alir udara dimana semakin cepat laju alir udara maka proses pengeringan menjadi semakin cepat dikarenakan aliran udara pada proses pengeringan berfungsi membawa panas untuk menguapkan kadar air bahan serta mengeluarkan uap air hasil penguapan tersebut (Diswandi Nurba, 2010). Faktor yang lainnya yaitu pengaruh zeolit dimana zeolit dapat membuat udara pengering menjadi semakin kering dan dapat membawa uap air dari bahan lebih banyak sehingga proses pengeringan menjadi lebih cepat dan juga zeolit memberikan hasil positif dalam proses pengeringan secara adsorpsi untuk mempercepat dan meningkatkan efisiensi energi (Djaeni dkk, 2007).

## BAHAN-BAHAN DAN METODE

### Bahan Penelitian dan Persiapan Katalis

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gabah yang diambil dari daerah boyolali dan zeolit sintetis jenis 3A. Sebelum digunakan, katalis diaktivasi terlebih dahulu untuk menghilangkan kadar airnya. Aktivasi dilakukan pada suhu 300°C selama 3 jam.

Pengeringan menggunakan alat unggun terfluidisasi menggunakan udara panas sebagai medium pengeringnya. Gabah hasil panen dimasukkan ke dalam unggun lalu udara panas dimasukkan dengan kecepatan tertentu dan dalam waktu tertentu gabah tersebut diambil dan diukur kadar airnya.

### Metode Penelitian



Gambar. 1 Alat Unggun terfluidisasi. (1) kolom unggun terfluidisasi, (2) termometer, (3) kran bukaan pengatur flow rate, (4) heater, (5) indikator suhu pemanas, (6) termostat, (7) saklar on, (8) saklar off, (9) flow meter, (10) selang pengalir udara, (11) kompressor

Percobaan dilakukan dengan menyiapkan peralatan seperti gambar diatas. Lalu timbang gabah seberat 5 gr dan dibungkus dengan kain kassa dan diikat dengan tali, lalu ditimbang kembali beratnya. Zeolit ditimbang 5 gr lalu dibungkus kain kassa dan diikat dengan tali, lalu ditimbang kembali beratnya. Dalam percobaan ini terdapat variabel berubah diantaranya adalah perbandingan gabah dan zeolit yaitu sebesar 100 % , 80 %, 60 % dan 40 % gabah lalu temperatur sebesar 30, 40, 50, dan 60°C, lalu flow rate udara sebesar 2, 3, 4, dan 5 m/s.

Percobaan mula-mula dilakukan dengan mengeringkan gabah sebanyak 5 gr didalam oven pada suhu 121°C selama 3 jam setelah 3 jam dihitung perubahan berat yang terjadi pada gabah dan ini merupakan basis berat gabah untuk perhitungan kadar air. Lalu gabah ditimbang sesuai dengan variabel (100, 80, 60, 40 %) jika 100 % maka gabah yang digunakan 100 gr, jika 80 % maka gabah yang digunakan 80 gr dst dimasukkan ke dalam unggun. Setelah itu 5 gr gabah dan 5 gr zeolit yang telah dibungkusa kassa dan diikat dengan tali dimasukkan dalam unggun dan diikatkan, hal ini dimaksudkan agar dalam proses pengambilan dan pengukuran bisa lebih mudah. Setelah itu udara dialirkan ke dalam unggun sesuai variabel (2, 3, 4, 5 m/s) dan temperatur juga sesuai dengan variabel (30, 40, 50, 60°C). Dalam selang waktu 5 menit 5 gr gabah dan 5 gr zeolit yang digantung, diambil dan diukur beratnya untuk mengetahui perubahan beratnya setiap waktu untuk mendapatkan kadar air gabah. Dalam percobaan ini dicari variabel yang paling baik untuk proses pengeringan baik temperatur, laju alir udara dan perbandingan gabah dengan zeolit.

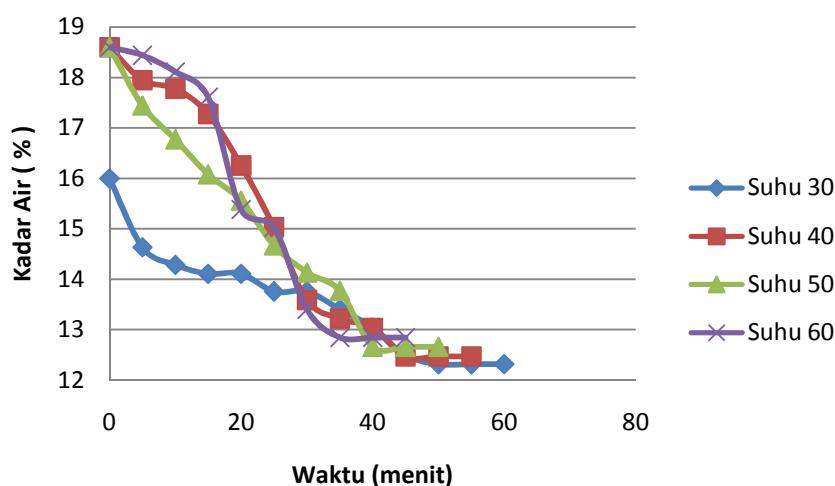
#### Analisa Kadar Air

Kadar air adalah faktor terpenting dalam proses pengeringan, karena hal yang ditinjau adalah kadar air yang diijinkan terdapat didalam bahan. Menurut bulog kadar air yang diijinkan terdapat dalam gabah adalah berkisar 12-14%. Untuk menghitung kadar air, maka digunakan metode perhitungan *dry basis*, dimana berat sampel sebelum dikeringkan dikurangi berat sampel setelah dikeringkan dibagi dengan berat sampel.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh Temperatur

Variabel yang ditinjau dalam percobaan ini yang pertama adalah temperatur. Pengaruh temperatur dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Dalam pembahasan ini diambil satu contoh data karena data yang lain menunjukkan trend yang sama seperti grafik dibawah ini :



Gambar 1 Pengaruh temperatur terhadap kadar air pada perbandingan gabah dan zeolit 100:0 dan dengan flow rate udara 5 m/s

Pada grafik diatas terlihat bahwa Pada grafik diatas didapatkan untuk suhu 30°C membutuhkan waktu 60 menit untuk mencapai kadar air yang diinginkan, untuk suhu 40°C membutuhkan waktu 55 menit, suhu 50 °C membutuhkan waktu 50 menit dan suhu 60°C membutuhkan waktu 45 menit. Dalam hal ini pengaruh suhu yang ditinjau adalah hanya pada suhu 40°C, 50°C dan 60°C karena ketiga variabel suhu tersebut memiliki kadar air awal yang sama sedangkan untuk variabel suhu 30°C tidak bisa dibandingkan karena memiliki kadar air awal yang berbeda saat dilakukan proses pengeringan. Operasi pengeringan terdiri dari peristiwa perpindahan panas dan massa yang terjadi secara simultan. Bahan yang akan dikeringkan dikontakkan dengan gas yang panas, sehingga panas akan berpindah dari gas ke bahan tersebut, dan menyebabkan air menguap kedalam gas pengering (Treyball, 1983).

Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar suhu maka semakin cepat proses pengeringan. Semakin tinggi suhu udara pemanas, semakin besar pula energy panas yang dibawa yang menyebabkan perbedaan medium pemanas dan bahan yang akan dikeringkan semakin besar. Hal ini akan mempercepat proses penguapan air, sehingga waktu yang dibutuhkan dalam pengeringanpun menjadi lebih singkat. Menurut penelitian Soponronnarit (2009) bahwa proses pengeringan sebaiknya dilakukan dibawah suhu

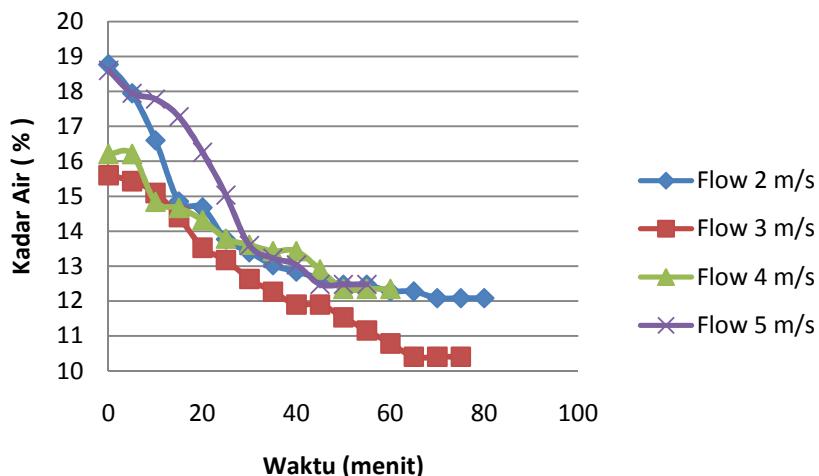
60°C. kondisi suhu pengeringan ini juga diperkuat oleh pernyataan Dong (2009), dimana dari hasil penelitian suhu yang baik digunakan adalah 50°C.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Anggi Agusniar dan Diah Setiyani (2011), semakin tinggi suhu udara pengering maka relative humidity udara akan semakin rendah sehingga transfer panas dan massa antara udara dan bahan yang akan dikeringkan akan semakin besar, dan hal ini juga sesuai dengan pernyataan Zhang dan Wu (2010) yang dikutip oleh Argoto Mahayana (2011) bahwa penurunan kelembaban relatif berhubungan dengan kenaikan suhu udara. Berdasarkan penelitian lain yang dilakukan oleh Shanti (2008) yang dikutip oleh Argoto Mahayana (2011) bahwa semakin tinggi suhu pengeringan semakin berkurang kadar air dalam bahan. Hal ini disebabkan karena energi panas dalam udara pengering mampu menguapkan molekul-molekul air yang ada pada permukaan sehingga meningkatkan tekanan uap air dalam bahan karena kelembaban udara disekeliling bahan menurun. Peningkatan tekanan uap air ini menyebabkan terjadinya aliran uap air dari dalam bahan ke udara sehingga meningkatkan kecepatan penguapan. Penguapan tersebut diakibatkan karena terjadinya perbedaan tekanan uap antara bahan dengan uap air diudara. Tekanan uap air bahan pada umumnya lebih besar dari pada tekanan uap air udara sehingga terjadi perpindahan massa air dari bahan ke udara.

Dari penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa suhu yang paling baik digunakan dalam proses pengeringan adalah 60°C, karena memberikan waktu yang paling singkat. Proses pengeringan berhenti ketika kadar air dalam gabah mencapai 12-14% (Bulog). Menurut Diswandi Nurba (2010) suhu udara pengering akan mempengaruhi laju penguapan air bahan.

### Pengaruh Laju Alir Udara

Variabel selanjutnya yang ditinjau adalah pengaruh laju alir udara. Untuk mengetahui pengaruh laju alir udara dapat dilihat pada grafik dibawah ini. Dalam pembahasan ini diambil satu contoh data saja karena data yang lain menunjukkan trend yang sama dengan grafik dibawah ini.



Gambar 2 Pengaruh Laju Alir Udara Terhadap Kecepatan Pengeringan pada Suhu 40°C dan perbandingan gabah dengan zeolit 100 : 0

Karena pada grafik diatas terdapat perbedaan kadar air awal maka pembahasan dibagi menjadi 2 bagian yaitu perbandingan flow udara pada 2 m/s vs 5 m/s dan perbandingan flow udara pada 3 m/s vs 4 m/s.

#### Flow Udara 2 m/s vs 5 m/s

Berdasarkan grafik diatas didapatkan untuk flow rate udara sebesar 2 m/s membutuhkan waktu 80 menit untuk mencapai kadar air yang diinginkan, sedangkan untuk flow rate udara sebesar 5 m/s membutuhkan waktu selama 55 menit yang dibutuhkan untuk proses pengeringan agar mencapai kadar air yang diinginkan.

#### Flow Udara 3 m/s vs 4 m/s

Untuk flow rate udara sebesar 3 m/s membutuhkan waktu 75 menit, untuk flow rate 4 m/s membutuhkan waktu 60 menit untuk mencapai kadar air yang diinginkan.

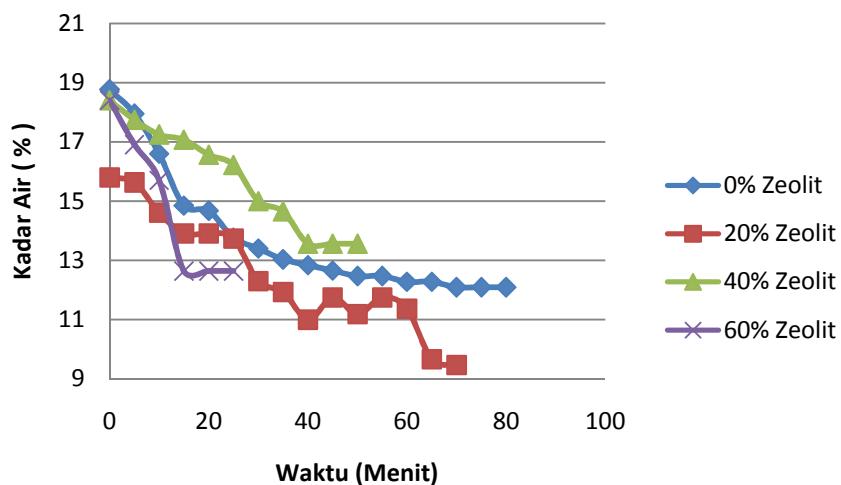
Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar laju alir udara maka proses pengeringan semakin cepat hal ini dikarenakan aliran udara pada proses pengeringan berfungsi membawa panas untuk menguapkan kadar air bahan serta mengeluarkan uap air hasil penguapan tersebut (Diswandi Nurba,2010). Uap air hasil penguapan bahan dengan panas harus segera dikeluarkan agar tidak membuat jenuh udara pada

permukaan bahan, yang akan mengganggu proses pengeringan. Semakin besar volume udara yang mengalir maka akan semakin besar kemampuannya dalam membawa dan menampung air dari permukaan bahan dan proses pengeringan pun menjadi lebih cepat. Sehingga semakin besar laju alir udara, akan mempercepat proses pengeringan.

Menurut data percobaan diatas makan dapat disimpulkan laju alir udara yang paling baik untuk digunakan dalam proses penelitian adalah sebesar 5 m/s.

### Pengaruh Jumlah Zeolit

Variabel selanjutnya yang ditinjau adalah pengaruh jumlah zeolit. Untuk mengetahui pengaruh jumlah zeolit dapat dilihat pada grafik dibawah ini. Dalam pembahasan kali ini diambil satu contoh data saja karena data yang lain menunjukkan trend yang sama dengan grafik dibawah ini.



Gambar 3 Pengaruh Perbandingan Gabah : Zeolite pada suhu 40°C dan flow 2 m/s

Berdasarkan hasil percobaan untuk perbandingan gabah dan zeolit sebesar 100 : 0 membutuhkan waktu pengeringan selama 80 menit, untuk perbandingan gabah dan zeolit sebesar 80 : 20 membutuhkan waktu selama 60 menit, perbandingan gabah dan zeolit sebesar 60 : 40 membutuhkan waktu selama 50 menit dan untuk perbandingan gabah dan zeolit sebesar 40 : 60 membutuhkan waktu selama 25 menit untuk mencapai kadar air yang diinginkan.

Dalam pembahasan ini hanya ditinjau variabel yang memiliki jumlah zeolit 0%, 40% dan 60%, karena ketiga variabel tersebut memiliki kandungan air awal yang sama sedangkan untuk jumlah zeolit 20% tidak bisa dibandingkan karena kandungan air awalnya berbeda. Dari hasil percobaan diatas terlihat semakin banyak jumlah zeolit yang diikutsertakan dalam proses pengeringan, maka waktu pengeringan semakin cepat. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah zeolit maka semakin banyak pula jumlah uap air yang terkandung di udara diserap kedalam zeolit sehingga udara menjadi kering dan dapat membawa air yang terkandung pada bahan. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan komposisi gabah dan zeolit yang paling baik untuk proses pengeringan adalah 40 : 60 %.

### KESIMPULAN

Temperatur pengeringan yang paling baik adalah 60°C, Laju udara pengering yang paling baik adalah sebesar 5 m/s dan Komposisi gabah : zeolit yang paling baik untuk proses pengeringan adalah 40 : 60.

### SARAN

Pengaturan laju udara dalam proses pengeringan harus dilakukan secara teliti dan dipantau terus menerus agar hasil yang diperoleh maksimal dan juga penelitian ini harus dilakukan dalam interval waktu yang berdekatan agar kadar air awal pada bahan disetiap kali *run* tidak terlambat jauh berbeda.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dan, E.D., Dana, M.S., John, M.B., Rod, J.R., Lisa, J.G. and Ron, A.B. (2009). *A Model-Based Methodology for Spray-Drying Process Development*. *J Pharm Innov* (2009) 4:133-142.  
Djaeni, M.; Bartels, P.; Sanders, J.; Straten, G. van; Boxtel, A.J.B. van. (2007). Process integration for food drying with air dehumidified by zeolites. *Drying Technology*, 25(1), 225-239



- Djaeni, M. (2008). Energy Efficient Multistage Zeolite Drying for Heat Sensitive Products. Doctoral Thesis, Wageningen University, The Netherlands, ISBN:978-90-8585-209-4,
- Djaeni, M.; Bartels P.V.; Sanders J.P.M.; van Straten, G.; van Boxtel, A.J.B.(2008). CFD for Multistage Zeolite Dryer Design. *Journal of Drying Tech*, 26 (4)
- Mahayana, A. (2011). Pengeringan Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma Cottoni* dengan Spray Dryer dan Udara yang Didehumidifikasi dengan Zeolit Alam Tinjauan : Kualitas Produk dan Efisiensi Panas. Universitas Diponegoro : Tesis.
- Nurba, D. (2010). Analisis Distribusi Suhu, Aliran Udara, RH dan Kadar Air dalam In-Store Dryer (ISD) untuk Biji Jagung. Institut Pertanian Bogor.
- Setiyani, Diah dan Anggi Agusniar. (2011). Pengeringan Jagung dengan Metode Mixed-Adsorption Drying Menggunakan Zeolite Pada Unggun Terfluidisasi. Universitas Diponegoro : Skripsi.
- Soponronnarit, S. (2003). *Fluidized Bed Grain Drying*. Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Drying Conference,. 1-3 September 2003. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, pp. 55-71
- Treyball (1983). Demerle dan Walter, (1988). “Mass transfer operation”, 3 th ed., international student edition, Tokyo.
- Zhang, J and Wu, Y. (2010). *Experimental Study on Drying High Moisture Paddy by Heat Pump Dryer with Heat Recovery*. International Journal of Food Engineering. Volume 6, Issue 2 2010 Article 14.